

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-268840

(P2000-268840A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H01M 8/04

識別記号

F I

H01M 8/04

ターミナル (参考)

Z 5H027

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願平11-73085

(22) 出願日

平成11年3月18日 (1999.3.18)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 武 哲夫

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外2名)

Fターム (参考) 5H027 AA04 BA01 BA06 BA09 BA16

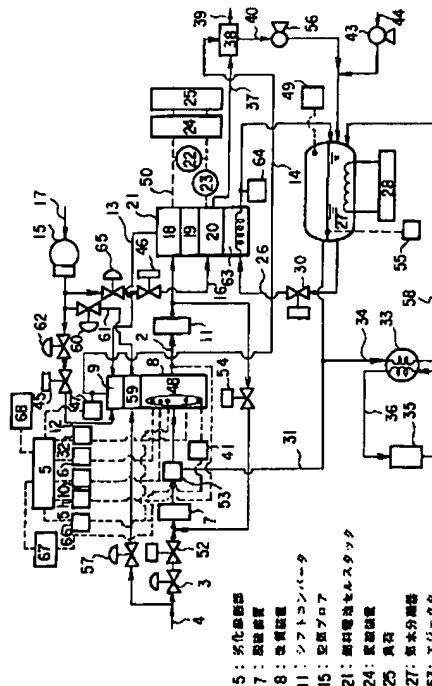
BA17 CC06 KK41 KK42

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体

(57) 【要約】

【課題】本発明は、その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化診断を行い改質触媒の取替時期を判定することが可能な燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体を提供する。

【解決手段】本発明の一態様によると、改質装置と、セルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置の改質触媒充填層の温度を測定する改質装置触媒充填層温度測定用温度センサと、この改質装置触媒充填層温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置触媒充填層温度測定用温度センサにより検出された改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段とを有することを特徴とする燃料電池発電装置が提供される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置の改質触媒充填層の温度を測定する改質装置触媒充填層温度測定用温度センサと、この改質装置触媒充填層温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置触媒充填層温度測定用温度センサにより検出された改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項2】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項1記載の燃料電池発電装置。

【請求項3】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置の改質管外壁の温度を測定する改質装置改質管外壁温度測定用温度センサと、この改質装置改質管外壁温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置改質管外壁温度測定用温度センサにより検出した改質装置改質管外壁温度を予め決められた改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項4】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、

を有することを特徴とする請求項3記載の燃料電池発電装置。

【請求項5】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、

前記改質装置のバーナ燃焼排ガスの温度を測定する改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサと、

この改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサにより検出した改質装置バーナ燃焼排ガス温度を予め決められた改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項6】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、

この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、

を有することを特徴とする請求項5記載の燃料電池発電装置。

【請求項7】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、

前記改質装置のバーナ燃焼排ガスの改質装置出口温度を測定する改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサと、

この改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサにより検出された改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度を予め決められた改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項8】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、

この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出

された改質装置温度により予め決められた複数の改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択し前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項7記載の燃料電池発電装置。

【請求項9】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、改質ガスの温度を測定する改質ガス温度測定用温度センサと、この改質ガス温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質ガス温度測定用温度センサにより検出した改質ガス温度を予め決められた改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項10】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項9記載の燃料電池発電装置。

【請求項11】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、改質ガス改質装置出口温度を測定する改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサと、この改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサにより検出した改質ガス改質装置出口温度を予め決められた改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項12】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号

を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項11記載の燃料電池発電装置。

【請求項13】 前記劣化診断手段からメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量が送信され、メタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定する寿命診断手段を有することを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の燃料電池発電装置。

【請求項14】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の触媒充填層の温度を検出するステップと、検出した改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項15】 前記改質装置の温度を検出するステップと、検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択するステップと、を有することを特徴とする請求項14記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項16】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の改質管外壁温度を検出するステップと、検出した改質装置改質管外壁温度を予め決められた改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置

の劣化診断方法。

【請求項17】 前記改質装置の温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択するステップと、  
を有することを特徴とする請求項16記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項18】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置のバーナ燃焼排ガス温度を検出するステップと、

検出した改質装置バーナ燃焼排ガス温度を予め決められた改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、  
を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項19】 前記改質装置の温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択するステップと、  
を有することを特徴とする請求項18記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項20】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置のバーナ燃焼排ガス改質装置出口温度を検出するステップと、

検出した改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度を予め決められた改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項21】 前記改質装置の温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択

するステップと、

を有することを特徴とする請求項20記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項22】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、

改質ガス温度を検出するステップと、

検出した改質ガス温度を予め決められた改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項23】 前記改質装置の温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質ガス温度と改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択するステップと、  
を有することを特徴とする請求項22記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項24】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、

改質ガス改質装置出口温度を検出するステップと、

検出した改質ガス改質装置出口温度を予め決められた改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、  
を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項25】 前記改質装置温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ中から一つを選択するステップと、  
を有することを特徴とする請求項24記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項26】 前記メタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することを特徴とする請求項1

4乃至、25のいずれかに記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項27】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の改質部に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサで、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出するステップと、

前記各温度センサからの温度検出信号を劣化診断部に送信するステップと、

前記各温度センサからの温度検出信号を受信した劣化診断部で、改質装置温度測定用温度センサで検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データとして、改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、

これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項28】 寿命診断手段では、各温度センサで検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、前記劣化診断手段において前記照合データ選択手段で選

択され送信された予め決められた検出温度として改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求めたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算するステップと、

これらの求められたメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間に基づいて、改質触媒の取替時期を判定するステップと、

を有することを特徴とする請求項27記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項29】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体であって、

前記改質装置の改質部に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサで、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出するステップと、

前記各温度センサからの温度検出信号を劣化診断部に送信するステップと、

前記各温度センサからの温度検出信号を受信した劣化診断部で、改質装置温度測定用温度センサで検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データとして、改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と前記改質装

置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、

これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体。

【請求項30】 寿命診断手段では、各温度センサで検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、前記劣化診断手段において前記照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度として改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求めたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算するステップと、

これらの求められたメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間に基づいて、改質触媒の取替時期を判定するステップと、

を有することを特徴とする請求項29記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、改質装置で燃料と水蒸気を反応させ水素をつくり、この水素をセルスタックで酸素と反応させて発電を行う燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体において、改質ガスの分析を行うことなしに、その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化状態を診断し、改質触媒の取替時期の判定を行うことが可能な燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図2は、燃料電池発電装置の従来例として、都市ガスを燃料としたリン酸型燃料電池発電装置の構成を示している。

【0003】すなわち、この従来技術による燃料電池発電装置の主な構成要素は、脱硫装置、エジェクタ、改質装置、シフトコンバータ、セルスタック、変換装置、凝縮器、ポンプ、気水分離器、空気ブロー、蒸発器、排熱利用システム、センサ、流量制御弁、遮断弁および配管類である。

【0004】図2において、1は原燃料ガス、2は改質ガス、3は遮断弁、4は都市ガス、7は脱硫装置、8は改質装置、9は改質装置バーナ、11はシフトコンバータ、12は燃焼用空気、13は燃料極排ガス、14は改質装置バーナ燃焼排ガス、15は空気ブロー、16は発電用空気、17は外気、18は燃料極、19は電解質、20は酸化剤極、21はセルスタック、22は電圧センサ、23は電流センサ、24は変換装置、25は負荷、26は電池冷却水、27は気水分離器、28は気水分離器ヒータ、29は触媒充填層、30は流量制御弁、31は改質用水蒸気、33は蒸発器、34は排熱回収用水蒸気、35は排熱利用システム、36は冷媒、37は酸化剤極排ガス、38は凝縮器、39は排ガス、40は凝縮水、41は改質装置温度測定用温度センサ、43は補給水ポンプ、44は補給水、45は流量制御弁、46は流量制御弁、48は改質部、49は圧力センサ、50は燃料電池出力、52は流量制御弁、53はエジェクタ、54は流量制御弁、55は液面センサ、56はポンプ、57は遮断弁、58は凝縮水、59は起動用バーナ、60は遮断弁、61は改質装置起動用バーナ空気、62は遮断弁、63は冷却器、64は温度センサ、65は遮断弁である。

【0005】以下、図2を用いて、この従来技術による燃料電池発電装置の作用について説明する。

【0006】まず、遮断弁3を開け、都市ガス4を脱硫触媒（コバルト－モリブデン系触媒と酸化亜鉛吸着剤）が充填された脱硫装置7に供給することにより、この脱硫装置7で改質装置8及びセルスタック21の燃料極18の触媒の劣化原因となる都市ガス4中の腐臭剤に含まれる硫黄分を吸着除去する。

【0007】遮断弁57は、燃料電池発電装置の起動時のみ開き、起動用バーナ59に都市ガス4が供給される。

【0008】また、遮断弁60も燃料電池発電装置の起動時のみ開き、起動用バーナ59に空気ブロー15により起動用バーナ空気61が供給される。

【0009】起動用バーナ59では、燃料電池発電装置の起動時に、都市ガス4が燃焼し、改質装置8の昇温が行われる。

【0010】起動時以外は、遮断弁57と遮断弁60は閉じておく。

11

【0011】都市ガス供給量は、電圧センサ22と電流センサ23で検出した燃料電池出力50と改質装置温度測定用温度センサ41で検出した改質装置温度から予め設定された燃料電池出力50及び改質装置温度と流量制御弁52の開度（すなわち、都市ガス供給量）の関係に基づいて、流量制御弁52の開度を調節することによって、都市ガス供給量を燃料電池出力50と改質装置温度に見合った値に設定する。

【0012】脱硫装置7で硫黄分が吸着除去された都市ガス4は、エジェクタ53で気水分離器27から供給された改質用水蒸気31と混合され、改質触媒（通常はニッケル系触媒）が充填された改質装置8の改質部48に供給される。

【0013】エジェクタ53への改質用水蒸気供給量は、予め設定された流量制御弁52の開度（すなわち、改質装置8への都市ガス供給量）とエジェクタ53の開度（すなわち、改質用水蒸気供給量）の関係に基づいて、エジェクタ53の開度を調節することによって、予め設定された所定のスチームカーボン比となるように制御する。

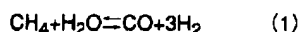
【0014】改質装置8では、燃料ガスである都市ガス4の水蒸気改質が行われ、水素リッチな改質ガス2がつくられる。

【0015】都市ガスの主成分であるメタンの水蒸気改質反応は次式で表される。

【0016】（メタンの水蒸気改質反応）

【0017】

【数1】

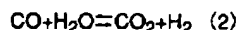


【0018】この水素リッチな改質ガスには、セルスタック21の燃料極18の触媒の劣化原因となる一酸化炭素が含まれているので、改質ガスはシフト触媒（銅-亜鉛系触媒）が充填されたシフトコンバータ11に送られ、次式に示すシフト反応により改質ガス中の一酸化炭素が二酸化炭素に変換される。

【0019】（シフト反応）

【0020】

【数2】



【0021】シフトコンバータ11により、改質ガス中の一酸化炭素濃度は1%以下まで低減される。

【0022】シフトコンバータ11を出た改質ガスは、セルスタック21の燃料極18に供給され、燃料電池の発電に利用される。

【0023】また、シフトコンバータ11出口ガスの一部は脱硫装置7にリサイクルされ、リサイクルガス中の水素が脱硫反応に使用される。

【0024】リサイクルガスの供給量は、予め設定された流量制御弁52の開度（すなわち、改質装置8への都市ガス供給量）と流量制御弁54の開度（すなわち、リ

12

サイクルガス供給量）の関係に基づき、流量制御弁54の開度を調節することによって、予め設定された所定の供給量になるように制御する。

【0025】一方、セルスタック21の酸化剤極20には、遮断弁65を開け空気ブロー15を用いて取り込んだ外気17を発電用空気16として供給する。

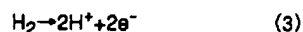
【0026】発電用空気16の供給量は、電圧センサ22と電流センサ23で検出した燃料電池出力50から予め設定された燃料電池出力50と流量制御弁46の開度（すなわち、発電用空気供給量）の関係に基づいて、流量制御弁46の開度を調節し、燃料電池出力50に見合った値に制御する。

【0027】セルスタック21の燃料極18では、（3）式に示す反応により、改質ガス中の水素が水素イオンと電子に変わる。

【0028】（燃料極反応）

【0029】

【数3】



【0030】水素イオンは電解質19の内部を拡散し、酸化剤極20に到達する。

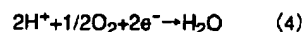
【0031】一方、電子は外部回路を流れ、燃料電池出力50として取り出される。

【0032】酸化剤極では、（4）式に示す反応により、燃料極18から電解質19の中を拡散してきた水素イオン、燃料極18から外部回路を通じて移動してきた電子、および空気中の酸素が三相界面で反応し、水が生成される。

【0033】（酸化剤極反応）

【0034】

【数4】



【0035】（3）式と（4）式をまとめると、セルスタック21での全電池反応は、（5）式に示す水素と酸素から水ができる単純な反応として表すことができる。

【0036】（電池反応）

【0037】

【数5】



【0038】発電によって得られた燃料電池出力50は、変換装置24で電圧変換あるいは直流-交流変換が行われた後に、負荷25に供給される。

【0039】燃料極18では、改質ガス中の水素がすべて（3）式に示した電極反応で消費されるわけではなく、全体の80%程度の水素が使われるだけである。

【0040】残りの約20%の水素が、未反応水素として燃料極排ガス中に残存する。

【0041】これは、燃料極18で改質ガス中の水素をすべて電極反応で消費しようとすると、ガス出口付近で局部的に水素が不足し、水素の代わりに燃料極基板のカ

ーボンが反応しセルスタック21が劣化するためである。

【0042】未反応水素を含む燃料極排ガス13は、改質装置バーナ9に供給され、バーナ燃斜として使用される。

【0043】(1)式に示したメタンの水蒸気改質反応は吸熱反応であるので、外部から反応熱を改質装置8の改質部48に与える必要がある。

【0044】このため、改質装置バーナ9で燃料極排ガス13中の水素を遮断弁62を開けて空気ブロー15により供給した燃焼用空気12とともに燃焼させることにより、改質装置8の改質部48の温度を最大700℃程度まで昇温する。

【0045】燃焼用空気12の供給量は、改質装置温度測定用温度センサ41で検出した改質装置温度から予め設定された改質装置温度と流量制御弁45の開度(すなわち、燃焼用空気供給量)の関係に基づいて、流量制御弁45の開度を調節することによって制御する。

【0046】また、燃料極排ガス13中の未反応水素の燃焼反応により生成した水蒸気と未反応水蒸気を含む改質装置バーナ燃焼排ガス14と(5)式に示した電池反応により生成した水蒸気を含む酸化剤極排ガス37は凝縮器38に送られ、水蒸気が凝縮水40として除去された後に、排ガス39として大気中に放出される。

【0047】凝縮水40は、気水分離器27に戻され、電池冷却水26、改質用水蒸気31、排熱回収用水蒸気34等に利用される。

【0048】(5)式に示した電池反応は発熱反応であるので、セルスタック21の温度は、発電時間の経過とともに上昇する。

【0049】セルスタック21の温度上昇が起こると、電解質の水素イオン伝導率が上がるために抵抗が減少し出力特性が一時的に向上するが、劣化が起こり易くなり寿命低下が生じる。

【0050】そこで、気水分離器27から電池冷却水26を冷却器63に供給し、セルスタック21の冷却を行う。

【0051】セルスタック21の作動温度は、寿命と性能の両方を勘案して190℃前後に設定されるのが一般的である。

【0052】電池冷却水26の供給量は、温度センサ64で検出した電池冷却水セルスタック出口温度が予め設定された所定の温度範囲となるように、流量制御弁30の開度を調節することによって制御する。

【0053】セルスタック21を出た電池冷却水26は、水と水蒸気の混合物の形で気水分離器27に戻される。

【0054】起動時および圧力センサ49で気水分離器圧力が予め設定された所定の圧力より低下したことを検出した場合には、予め設定された所定の電力を圧力セン

サ49で気水分離器圧力が予め設定された所定の圧力を越えたことを検出するまで気水分離器ヒータ28に供給し、水蒸気を発生させる。

【0055】また、液面センサ55で気水分離器27の水位が予め設定された所定の水位よりも低下したことを検出した場合には、液面センサ55で気水分離器27の水位が予め設定された所定の水位になったことを検出するまで、補給水ポンプ43を動作させて気水分離器27に補給水44を供給する。

【0056】セルスタック21から気水分離器27に供給された水蒸気あるいは気水分離器27で発生させた水蒸気のうち、改質用水蒸気31として使用する以外の水蒸気は、排熱回収用水蒸気34として蒸発器33に供給され、排熱利用システム35の冷媒35の蒸発に使われる。

【0057】蒸発器33で凝縮した排熱回収用水蒸気34の凝縮水58は、気水分離器27に戻される。

【0058】

【発明が解決しようとする課題】次に、上述したような従来の技術による燃料電池発電装置の問題点について説明する。

【0059】すなわち、従来の技術による燃料電池発電装置では、改質装置の劣化状態を診断するためには、改質装置出口にガスクロマトグラフ等の高価なガス分析装置を接続して連続的に改質ガスをサンプリングしてガス分析を行うか、あるいは、定期的に容器に改質装置出口における改質ガスをサンプリングしてガス分析装置のあるところまでもって行ってガス分析を行うことによって、改質ガス中のメタン量(メタンスリップ量)から改質装置8のメタン転化率を求め、改質装置8の劣化状態を診断するとともに、改質触媒の取替時期を判定していた。

【0060】図10は、参考のために、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質装置8のメタン転化率と改質装置8の改質触媒の劣化量の関係を示している。

【0061】改質装置出口での改質ガス中のメタン量を検出し改質装置8のメタン転化率を計算することによりメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいは改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、セルスタック21の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値、あるいは改質触媒の改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0062】しかし、これらの方法では、ガス分析に時



間がかかりその場で瞬時に改質装置の劣化状態の診断を行うことが不可能であり、また、改質装置の劣化診断のために高価なガス分析装置が必要となり、さらに、その場で連続的に改質装置の劣化状態を診断するためには燃料電池発電装置に対して専用のガス分析装置が必要となり、あるいは、ガス分析装置のあるところまでサンプリングガスをもっていかなければならないので劣化診断に時間がかかる等の問題点があった。

【0063】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、改質ガスのサンプリングと分析に長時間を要し改質装置の劣化診断を瞬時に行うことが不可能であり、また、改質装置の劣化診断のために高価なガス分析装置が必要となり、さらに、改質装置の劣化診断をその場で連続的に行おうとすると燃料電池発電装置に対して専用のガス分析装置が必要となり、あるいは、ガス分析装置のあるところまでサンプリングガスをもっていかなければならないので劣化診断に時間がかかる等の従来の技術による燃料電池発電装置の問題点を解決し、その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化診断を行い改質触媒の取替時期を判定することが可能な燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するプログラムが記録された記録媒体を提供することにある。

【0064】

【課題を解決するための手段】本発明による燃料電池発電装置では、上記課題を解決するために、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出し、改質装置の劣化状態の診断と改質触媒の取替時期の判定を行うことを最も主要な特徴とする。

【0065】そして、本発明による燃料電池発電装置は、従来の技術による燃料電池発電装置とは、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサを1個以上設置するとともに、劣化診断手段、寿命診断手段、および照合データ選択手段を設置し、検出した温度を信号に変換して劣化診断手段に送信し、検出した温度を、照合データ選択手段で改質装置温度測定用温度センサで検出され信号に変換して送信された改質装置温度に対して選択され劣化診断手段に送信された予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置のメタン転化率の関係の照合データと劣

化診断手段において照合することによって改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から、ガスクロマトグラフ等の高価なガス分析装置を用いて長時間を要する改質装置出口における改質ガスの分析作業を行うことなしに、その場で瞬時に改質装置の劣化状態を診断するとともに、寿命診断手段において、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサのいずれか1個、あるいは1個以上で検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、劣化診断手段で予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求めたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって、改質触媒の取替時期を判定することを可能にしたという点が異なる。

【0066】そして、具体的には、本発明の一態様によると、上記課題を解決するための手段として、燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置の改質触媒充填層の温度を測定する改質装置触媒充填層温度測定用温度センサと、この改質装置触媒充填層温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置触媒充填層温度測定用温度センサにより検出された改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置が提供される。

【0067】また、本発明の別の態様によると、上記課題を解決するための手段として、燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と

反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の触媒充填層の温度を検出するステップと、検出した改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法が提供される。

【0068】また、本発明の別の態様によると、上記課題を解決するための手段として、燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の改質部に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサで、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を劣化診断部に送信するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を受信した劣化診断部で、改質装置温度測定用温度センサで検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データとして、改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法が提供さ

れる。

【0069】また、本発明の別の態様によると、上記課題を解決するための手段として、燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体であって、前記改質装置の改質部に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサで、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を劣化診断部に送信するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を受信した劣化診断部で、改質装置温度測定用温度センサで検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データとして、改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体が提供される。

【0070】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明による燃料電池発電装置の実施の形態について説明する。

【0071】図1は、本発明による燃料電池発電装置の一実施の形態を表す構成図を示している。

【0072】図1において、上述した図2と同一のもの

は同一符号で表し、これらのものについてはその説明を省略する。

【0073】図3は、本発明による燃料電池発電装置の詳細を説明する改質装置の拡大図を示している。

【0074】図1および図3を用いて本発明による燃料電池発電装置の一実施の形態を説明する。

【0075】本実施の形態による燃料電池発電装置は、図2に示した従来の技術による燃料電池発電装置とは、図1および図3に示したように、改質装置8に改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ10、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ47、改質ガス温度測定用温度センサ66、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ51を1個以上新たに設けた点と、改質装置温度測定用温度センサ41で検出した改質装置温度が信号に変換されて送信され改質装置温度に対応して予め決められた改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率のいずれか一つ、あるいは一つ以上を照合データとして選択する照合データ選択手段67、各温度センサ6、32、10、47、66、51で検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上の信号を受け、照合データ選択手段67で、選択され送信された予め決められた改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態を診断する劣化診断手段5、各温度センサで検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、劣化診

断手段5において照合データ選択手段67で選択され送信された予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求められ送信されたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって、改質触媒の取替時期を判定する寿命診断手段68を新たに設けた点が異なる。

【0076】ここで、照合データ選択手段67には、予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データが、後述する図4乃至図9等に基づいて予め作られて保存されているものとする。

【0077】また、寿命診断手段68で、改質触媒の取替時期を判定することができるのは、後述するように、図10で求めた改質触媒の劣化量を経時的にプロットしておき、その劣化の時間的傾向から改質触媒の取替時期を推定することができることに基づいており、このように改質触媒の劣化量を経時的にプロットする機能を寿命診断手段68に持たせているものとする。

【0078】そして、劣化診断手段5、照合データ選択手段67、寿命診断手段68は、具体的には、パーソナルコンピュータ（PC）等により、予め所定の記録媒体に記録された劣化診断プログラムに基づいて実行されるものとする。

【0079】次に、本実施の形態による燃料電池発電装置の作用について、図11に示す上記劣化診断プログラムに基づくフローチャートを参照して説明する。

【0080】本実施の形態による燃料電池発電装置では、まず、改質装置8の改質部48に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ10、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ47、改質ガス温度測定用温度センサ66、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ51で、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出する（ステップS1）。

【0081】そして、各温度センサから、これらの温度

検出信号を劣化診断手段5に送信する(ステップS2)。

【0082】次に、これらの温度検出信号を受信した劣化診断部5で、改質装置温度測定用温度センサ41で検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段67で選択され送信された予め決められた検出温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、すなわち、改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合する(ステップS3)。

【0083】これによって、改質装置8のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態を診断する(ステップS4)。

【0084】すなわち、寿命診断手段68では、各温度センサで検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、劣化診断手段5において照合データ選択手段67で選択され送信された予め決められた検出温度(改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上)と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求めたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算する(ステップS5)。

【0085】そして、これによって求められたメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間に基づいて、改質触媒の取替時期を判定する(ステップS6)。

【0086】このようにして、本実施の形態による燃料電池発電装置では改質触媒の取替時期を判定することが、従来の技術による燃料電池発電装置とは異なる。

【0087】図4は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出

力での発電を行った場合の、改質装置8の触媒充填層(Ni-A12O3触媒とRU-A12O3触媒の二層構造触媒充填層を採用、以下同じ)の原燃料ガス入口、触媒充填層の全長の20%の位置(原燃料ガス入口から換算、以下同じ)、触媒充填層の全長の40%の位置、触媒充填層の全長の60%の位置、触媒充填層の全長の80%の位置、及び触媒充填層の改質ガス出口の6カ所の改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0088】図4から、メタン転化率の減少とともに、改質装置触媒充填層温度は変化することが分かる。

【0089】従って、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6で改質装置触媒充填層温度を検出し、図4に示した改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態を診断することが可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0090】なお、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質装置触媒充填層温度としてもよい。

【0091】また、改質装置内に2本以上改質管が設置され、2カ所以上触媒充填層がある場合には、各触媒充填層毎に改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6を設置することによって改質装置触媒充填層温度を検出し、図4に示した改質装置触媒充填層温度と改質装置のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質管毎のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から各改質管毎の改質触媒の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいは図10に示した関係を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、改質管毎に燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって、各改質管毎の改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0092】図5は、同様に、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200k

W定格出力での発電を行った場合の、改質装置8の触媒充填層の原燃料ガス入口、触媒充填層の全長の20%の位置(原燃料ガス入口から換算、以下同じ)、触媒充填層の全長の40%の位置、触媒充填層の全長の60%の位置、触媒充填層の全長の80%の位置、及び触媒充填層の改質ガス出口の6カ所の改質装置改質管外壁温度と改質装置の改質触媒の劣化量の関係を示している。

【0093】図5から、メタン転化率の低下とともに、改質装置改質管外壁温度は変化することが分かる。

【0094】従って、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32で改質装置改質管外壁温度を検出し、図5に示した改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0095】なお、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質装置改質管外壁温度としてもよい。

【0096】また、改質装置内に2本以上改質管が設置されている場合には、各触媒充填層毎に改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32を設置することによって改質装置改質管外壁温度を検出し、図5に示した改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって各改質管毎のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から各改質管毎の改質触媒の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、改質管毎に燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって、各改質管毎の改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0097】図6は、また、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質装置8の触媒充填層の原燃料ガス入口、触媒充填層の全長の20%の位

置(原燃料ガス入口から換算、以下同じ)、触媒充填層の全長の40%の位置、触媒充填層の全長の60%の位置、触媒充填層の全長の80%の位置、及び触媒充填層の改質ガス出口の6カ所の改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0098】図6から、メタン転化率の低下とともに、改質装置バーナ燃焼排ガス温度は変化することが分かる。

【0099】従って、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ10で改質装置バーナ燃焼排ガス温度を検出し、図6に示した改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0100】なお、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ10を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質装置バーナ燃焼排ガス温度としてもよい。

【0101】図7は、さらに、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0102】図7から、メタン転化率の低下とともに、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度は上昇することが分かる。

【0103】従って、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ47を設置することによって改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度を検出し、図7に示した改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限

値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0104】なお、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ47を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度としてもよい。

【0105】図8は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質装置8の触媒充填層の原料ガス入口、触媒充填層の全長の20%の位置（原料ガス入口から換算、以下同じ）、触媒充填層の全長の40%の位置、触媒充填層の全長の60%の位置、触媒充填層の全長の80%の位置、及び触媒充填層の改質ガス出口の6カ所の改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0106】図8から、メタン転化率の低下とともに、改質ガス温度は変化することが分かる。

【0107】従って、改質ガス温度測定用温度センサ66で改質ガス温度を検出し、図8に示した改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0108】なお、改質ガス温度測定用温度センサ66を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質ガス温度としてもよい。

【0109】また、改質装置内に2本以上改質管が設置され、2カ所以上触媒充填層がある場合には、各触媒充填層毎に改質ガス温度測定用温度センサ66を設置することによって改質ガス温度を検出し、第8図に示した改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質管毎のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から各改質管毎の改質触媒の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、改質管毎に燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣

化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって、各改質管毎の改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0110】図9は、最後に、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0111】図9から、メタン転化率の低下とともに、改質ガス改質装置出口温度は上昇することが分かる。

【0112】従って、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ51で改質ガス改質装置出口温度を検出し、図9に示した改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0113】なお、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ51を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質ガス改質装置出口温度としてもよい。

【0114】以上説明したように、本発明の燃料電池発電装置によれば、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサを1個以上設置するとともに、劣化診断手段、寿命診断手段、及び照合データ選択手段を設置し、検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を信号に変換して劣化診断手段に送信し、検出した温度を、照合データ選択手段で改質装置温度測定用温度センサで検出され信号に変換して送信された改質装置温度に対して選択され劣化診断手段に送信された予め決められた改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上と改質装置のメタン転化率の関係を照合データと劣化診断

手段において照合することによって改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置の劣化状態を診断するとともに、寿命診断手段において、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサのいずれか1個、あるいは1個以上で検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、劣化診断手段で予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置のメタン転化率の関係と照合することによって求め送信されたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって、（1）改質触媒の取替時期を判定するので、改質装置の劣化状態の診断のためのガスクロマトグラフ等の高価なガス分析装置を用いた長時間を要する改質ガスの分析作業が不要となり、（2）その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化状態の診断が可能となり、（3）改質触媒の劣化状態を常に把握し改質触媒の取替時期を前もって知ることができるので改質装置性能の低下が起こる前に改質触媒の取替が可能である、という効果がある。

【0115】

【発明の効果】従って、以上説明したように、本発明によれば、改質ガスのサンプリングと分析に長時間を要し改質装置の劣化診断を瞬時に行うことが不可能であり、また、改質装置の劣化診断のために高価なガス分析装置が必要となり、さらに改質装置の劣化診断をその場で連続的に行おうとすると燃料電池発電装置に対して専用のガス分析装置が必要となり、あるいは、ガス分析装置のあるところまでサンプリングガスをもっていかなければならないので劣化診断に時間がかかる等の従来の技術による燃料電池発電装置の問題点を解決し、その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化診断を行い改質触媒の取替時期を判定することが可能な燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施の形態による燃料電池発電装置の構成を示す接続図である。

【図2】図2は、従来の技術による燃料電池発電装置の構成を示す接続図である。

【図3】図3は、本発明による燃料電池発電装置の詳細を説明する改質装置の拡大図である。

【図4】図4は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8の触媒充填層における各位置での改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図5】図5は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8の触媒充填層における各位置での改質装置改質管外壁温度と改質装置のメタン転化率の関係を示す図である。

【図6】図6は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8の触媒充填層における各位置での改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図7】図7は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図8】図8は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8の触媒充填層における各位置での改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図9】図9は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図10】図10は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8のメタン転化率と改質装置8の改質触媒の劣化量の関係を示す図である。

【図11】図11は、本実施の形態による燃料電池発電装置の作用を説明する劣化診断方法ならびにそれを実行するために記録媒体に記録されたプログラムに基づくフローチャートである。

【符号の説明】

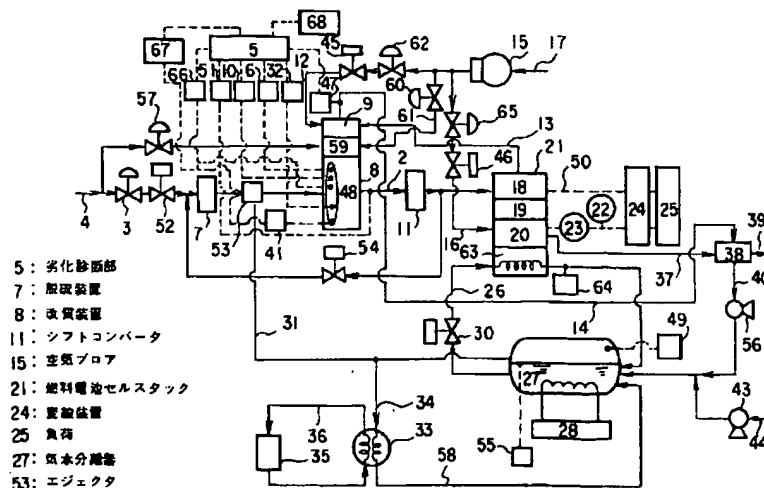
1. 原燃料ガス
2. 改質ガス
3. 遮断弁
4. 都市ガス
5. 劣化診断手段



- 6. 改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ
- 7. 脱硫装置
- 8. 改質装置
- 9. 改質装置バーナ
- 10. 改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ
- 11. シフトコンバータ
- 12. 燃焼用空気
- 13. 燃料極排ガス
- 14. 改質装置バーナ燃焼排ガス
- 15. 空気ブロー
- 16. 発電用空気
- 17. 外気
- 18. 燃料極
- 19. 電解質
- 20. 酸化剤極
- 21. セルスタック
- 22. 電圧センサ
- 23. 電流センサ
- 24. 変換装置
- 25. 負荷
- 26. 電池冷却水
- 27. 気水分離器
- 28. 気水分離器ヒータ
- 29. 触媒充填層
- 30. 流量制御弁
- 31. 改質用水蒸気
- 32. 改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ
- 33. 蒸発器
- 34. 排熱回収用水蒸気
- 35. 排熱利用システム
- 36. 冷媒
- 37. 酸化剤極排ガス

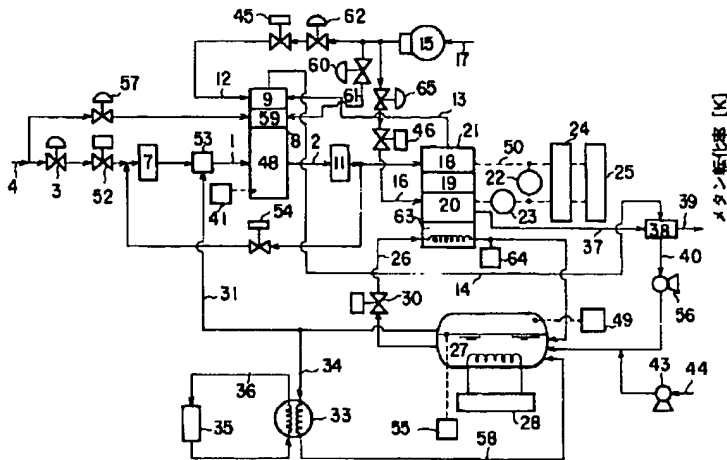
- 38. 凝縮器
- 39. 排ガス
- 40. 凝縮水
- 41. 改質装置温度測定用温度センサ
- 42. 改質管
- 43. 補給水ポンプ
- 44. 補給水
- 45. 流量制御弁
- 46. 流量制御弁
- 10 47. 改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ
- 48. 改質部
- 49. 圧力センサ
- 50. 燃料電池出力
- 51. 改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ
- 52. 流量制御弁
- 53. エジェクタ
- 54. 流量制御弁
- 55. 液面センサ
- 20 56. ポンプ
- 57. 遮断弁
- 58. 凝縮水
- 59. 起動用バーナ
- 60. 遮断弁
- 61. 改質装置起動用バーナ空気
- 62. 遮断弁
- 63. 冷却器
- 64. 温度センサ
- 65. 遮断弁
- 30 66. 改質ガス温度測定用温度センサ
- 67. 照合データ選択手段
- 68. 寿命診断手段

【図1】

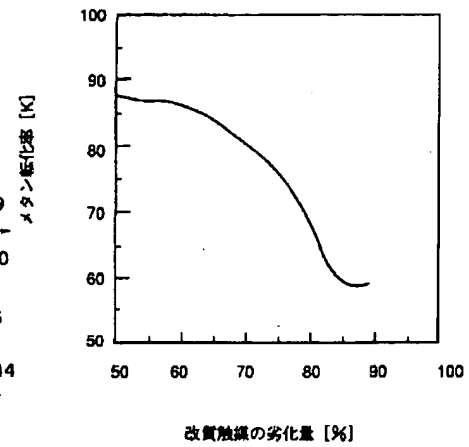




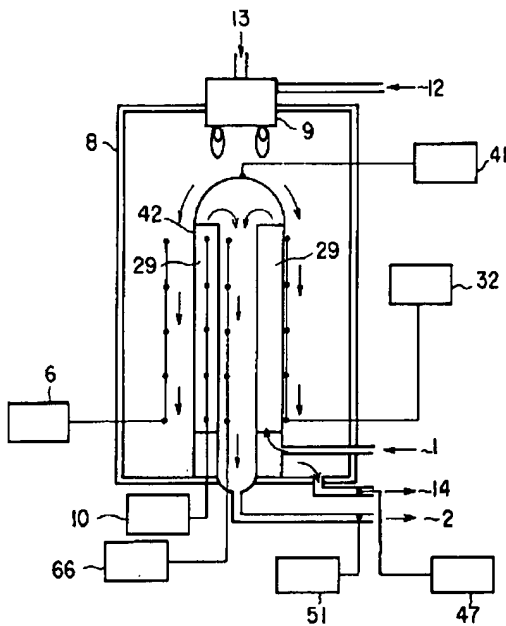
【図2】



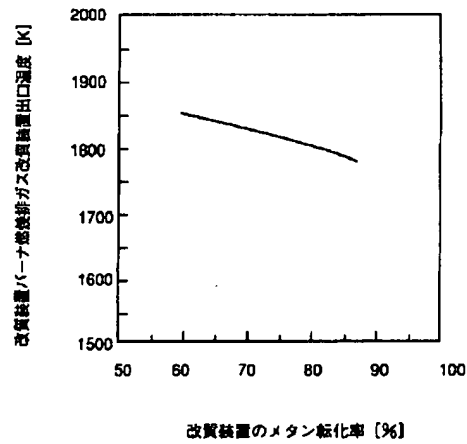
【図10】



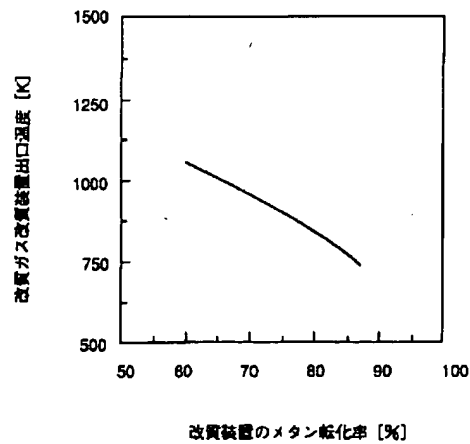
【図3】



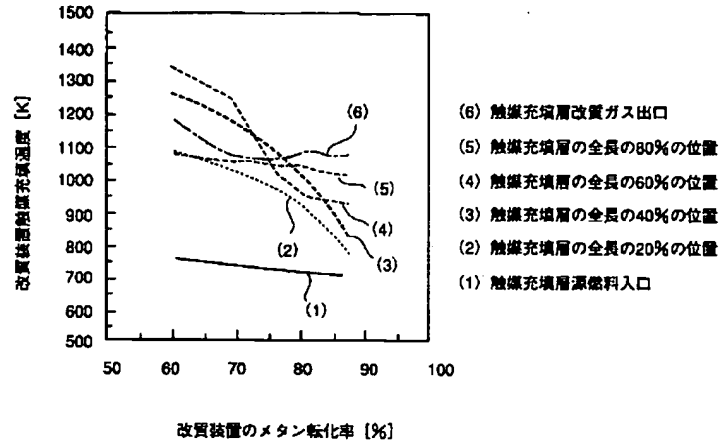
【図7】



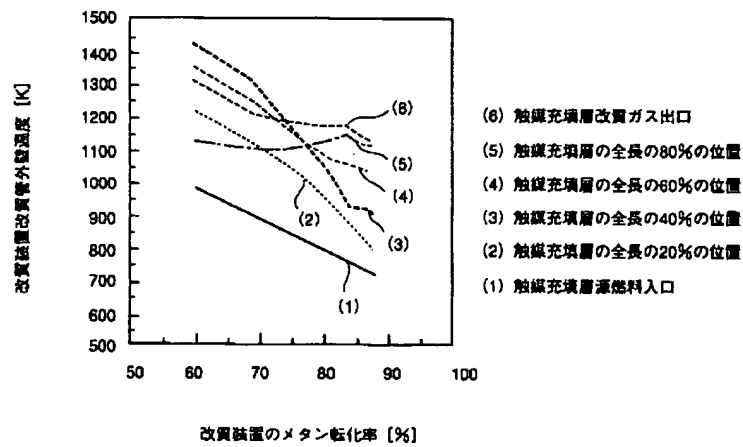
【図9】



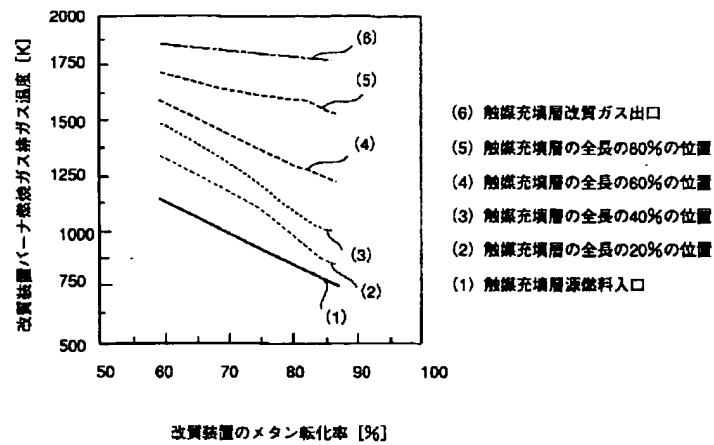
【図4】



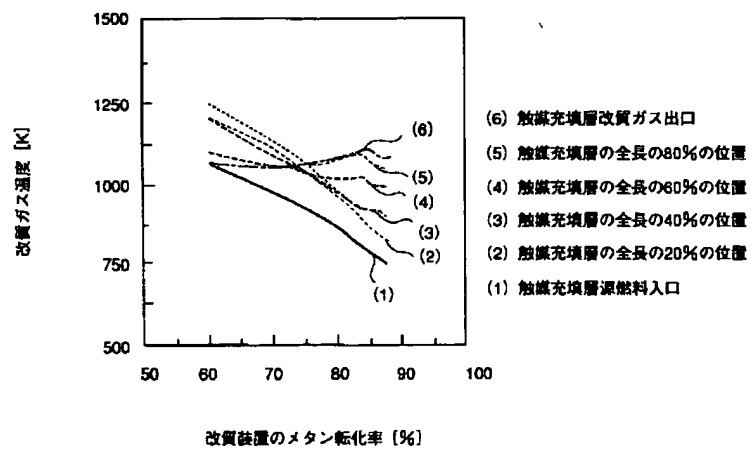
【図5】



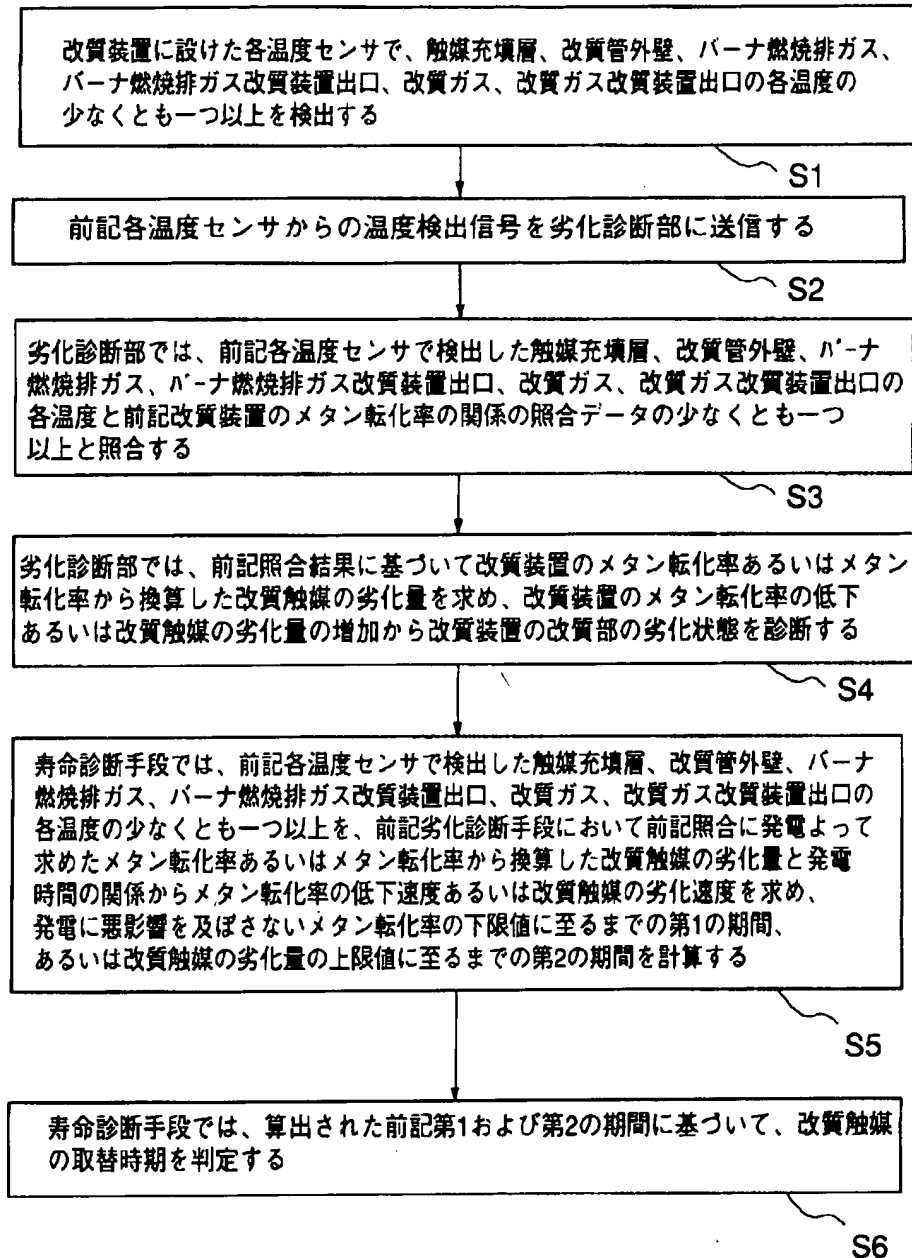
【図6】



【図8】



【図11】



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In the record medium with which the program for performing the degradation diagnostics of the fuel cell power plant which this invention makes a fuel and a steam react by the reformer, builds hydrogen, and generates electricity by making this hydrogen react with oxygen by the cel stack, and its reformer, and it was recorded And the degradation condition of a reformer is diagnosed continuously. without it analyzes reformed gas -- the spot -- an instant -- It is related with the record medium with which the program for performing the degradation diagnostic approach of the fuel cell power plant which can judge the replacement stage of a reforming catalyst, and its reformer, and it was recorded.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 2 shows the configuration of the phosphoric-acid mold fuel cell power plant which used town gas as the fuel as a conventional example of a fuel cell power plant.

[0003] That is, the main components of the fuel cell power plant by this conventional technique are a desulfurizing plant, an ejector, a reformer, a shift converter, a cel stack, an inverter, a condenser, a pump, a steam separator, an air blower, an evaporator, an exhaust heat use system, a sensor, a flow control valve, a latching valve, and piping.

[0004] In drawing 2 in 1, original fuel gas and 2 a latching valve and 4 for reformed gas and 3 Town gas, In 7, a desulfurizing plant and 8 a reformer burner and 11 for a reformer and 9 A shift converter, 12 fuel electrode exhaust gas and 14 for a combustion air and 13 A reformer burner combustion gas, In 15, an air blower and 16 the open air and 18 for the air for a generation of electrical energy, and 17 A fuel electrode, In 19, an electrolyte and 20 a cel stack and 22 for an oxidizer pole and 21 A voltage sensor, In 23, a current sensor and 24 a load and 26 for an inverter and 25 Cell cooling water, In 27, a steam separator and 28 a catalyst packed bed and 30 for a steam-separator heater and 29 A flow control valve, In 31, the steam for reforming and 33 an exhaust heat time condemnation steam and 35 for an evaporator and 34 An exhaust heat use system, In 36, a refrigerant and 37 a condenser and 39 for oxidizer pole exhaust gas and 38 Exhaust gas, 40 the temperature sensor for reformer thermometries, and 43 for the water of condensation and 41 A distilled water pump, In 44, make up water and 45 a flow control valve and 48 for a flow control valve and 46 The reforming section, In 49, \*\* KASENSA and 50 a flow control valve and 53 for a fuel cell output and 52 An ejector, 54 -- a flow control valve and 55 -- a liquid level sensor and 56 -- a pump and 57 -- a latching valve and 58 -- the water of condensation and 59 -- for the burner air for reformer starting, and 62, as for a condensator and 64, a latching valve and 63 are [ the burner for starting, and 60 / a latching valve and 61 / a temperature sensor and 65 ] latching valves.

[0005] Hereafter, an operation of the fuel cell power plant by this conventional technique is explained using drawing 2.

[0006] First, adsorption treatment of the sulfur content contained in the putrid odor agent in the town gas 4 which causes [ of the catalyst of the fuel electrode 18 of a reformer 8 and the cel stack 21 ] degradation with this desulfurizing plant 7 is carried out by opening a latching valve 3 and supplying the desulfurizing plant 7 with which the desulfurization catalyst (a cobalt-molybdenum system catalyst and zinc-oxide adsorbent) was filled up with town gas 4.

[0007] As for a latching valve 57, town gas 4 is supplied to an aperture and the burner 59 for starting only at the time of starting of a fuel cell power plant.

[0008] moreover, a latching valve 60 is also looked like [ an aperture and the burner 59 for starting ] only at the time of starting of a fuel cell power plant, and the burner air 61 for starting is supplied by the air blower 15.

[0009] By the burner 59 for starting, at the time of starting of a fuel cell power plant, town gas 4 burns and the temperature up of a reformer 8 is performed.

[0010] Except the time of starting, the latching valve 57 and the latching valve 60 are closed.

[0011] The town gas amount of supply sets the town gas amount of supply as the value corresponding to the fuel cell output 50 and reformer temperature by adjusting the opening of a flow control valve 52 based on a voltage sensor 22, the fuel cell output 50 detected by the current sensor 23, the fuel cell output 50 beforehand set up from the reformer temperature detected with the temperature sensor 41 for reformer thermometries, and the relation between reformer temperature and the opening (namely, town gas amount of supply) of a flow control valve 52.

[0012] reforming to which the town gas 4 to which adsorption treatment of the sulfur content was carried out with the desulfurizing plant 7 was supplied from the steam separator 27 with the ejector 53 -- service water -- it is mixed with a steam 31 and the reforming section 48 of the reformer 8 with which the reforming catalyst (usually nickel system catalyst) was filled up is supplied.

[0013] reforming to an ejector 53 -- service water -- the steamy amount of supply is controlled by adjusting the opening of an ejector 53 based on the relation between the opening (namely, town gas amount of supply to a reformer 8) of a flow control valve 52, and the opening (namely, reforming service water steamy amount of supply) of an ejector 53 set up beforehand to become the predetermined steam carbon ratio set up beforehand.

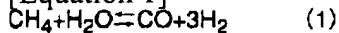
[0014] in a reformer 8, steam reforming of the town gas 4 which is fuel gas carries out -- having -- hydrogen -- rich reformed gas 2 is built.

[0015] The steam-reforming reaction of the methane which is the principal component of town gas is expressed with a degree type.

[0016] (Steam-reforming reaction of methane)

[0017]

[Equation 1]

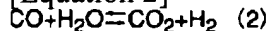


[0018] this hydrogen -- since the carbon monoxide leading to [ of the catalyst of the fuel electrode 18 of the cel stack 21 ] degradation is contained in rich reformed gas, reformed gas is sent to the shift converter 11 with which it filled up with the shift catalyst (copper 1 zinc system catalyst), and the carbon monoxide in reformed gas is changed into a carbon dioxide by the water gas shift reaction shown in a degree type.

[0019] (Water gas shift reaction)

[0020]

[Equation 2]



[0021] By the shift converter 11, the carbon monoxide concentration in reformed gas is reduced to 1% or less.

[0022] The reformed gas which came out of the shift converter 11 is supplied to the fuel electrode 18 of the cel stack 21, and is used for a generation of electrical energy of a fuel cell.

[0023] Moreover, a part of shift converter 11 outlet gas is recycled by the desulfurizing plant 7, and the hydrogen in recycle gas is used for desulphurization reaction.

[0024] The amount of supply of recycle gas is controlled by adjusting the opening of a flow control valve 54 based on the relation between the opening (namely, town gas amount of supply to a reformer 8) of a flow control valve 52, and the opening (namely, recycle gas amount of supply) of a flow control valve 54 set up beforehand to become the predetermined amount of supply set up beforehand.

[0025] On the other hand, the open air 17 which opened the latching valve 65 and was incorporated using the air blower 15 is supplied to the oxidizing agent pole 20 of the cel stack 21 as air 16 for a generation of electrical energy.

[0026] Based on a voltage sensor 22, the fuel cell output 50 beforehand set up from the fuel cell output 50 detected by the current sensor 23, and the relation of the opening (namely, the amount for a generation of electrical energy of air supply) of a flow control valve 46, the amount of supply of the air 16 for a generation of electrical energy adjusts the opening of a flow control valve 46, and controls it to the value corresponding to the fuel cell output 50.

[0027] In the fuel electrode 18 of the cel stack 21, the hydrogen in reformed gas changes to a hydrogen ion and an electron by the reaction shown in (3) types.

[0028] (Fuel electrode reaction)

[0029]

[Equation 3]



[0030] A hydrogen ion diffuses the interior of an electrolyte 19, and arrives at the oxidizer pole 20.

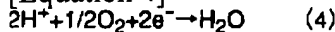
[0031] On the other hand, an electron flows an external circuit and is taken out as a fuel cell output 50.

[0032] On the oxidizer pole, the oxygen in the hydrogen ion which has diffused the inside of an electrolyte 19 from the fuel electrode 18, the electron which has moved through an external circuit from the fuel electrode 18, and air reacts by the three-phase zone by the reaction shown in (4) types, and water is generated.

[0033] (Oxidizer pole reaction)

[0034]

[Equation 4]

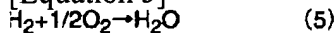


[0035] (3) If a formula and (4) types are summarized, all the cell reactions in the cel stack 21 can be expressed as a simple reaction which can do water from the hydrogen shown in (5) types, and oxygen.

[0036] (Cell reaction)

[0037]

[Equation 5]



[0038] The fuel cell output 50 obtained by generation of electrical energy is supplied to a load 25, after electrical-potential-difference conversion or direct-current 1 conversion into ac is performed by the inverter 24.

[0039] In a fuel electrode 18, all the hydrogen in reformed gas is not consumed by the electrode reaction shown in (3) types, and about 80% of the whole hydrogen is only used.

[0040] About 20% of remaining hydrogen remains in fuel electrode exhaust gas as unreacted hydrogen.

[0041] This is for hydrogen to run short locally near a gas outlet, for the carbon of a fuel electrode substrate to react instead of being hydrogen, and for the cel stack 21 to deteriorate, when it is going to consume all the hydrogen in reformed gas by electrode reaction with a fuel electrode 18.

[0042] The fuel electrode exhaust gas 13 containing unreacted hydrogen is \*\*\*\*(ed) by the reformer burner 9, and is used as burner \*\*\*\*.

[0043] (1) Since the steam-reforming reaction of the methane shown in the formula is endothermic reaction, it is necessary to give heat of reaction from the exterior to the reforming section 48 of a reformer 8.

[0044] For this reason, the temperature up of the temperature of the reforming section 48 of a reformer 8 is carried out to a maximum of about 700 degrees C by making it burn with the combustion air 12 which opened the latching valve 62 for the hydrogen in fuel electrode exhaust gas 13 by the reformer burner 9, and was supplied by the air blower 15.

[0045] The amount of supply of a combustion air 12 is controlled by adjusting the opening of a flow control valve 45 based on the relation between the reformer temperature set up beforehand and the opening (namely, the amount for combustion of air supply) of a flow control valve 45 from the reformer temperature detected with the temperature sensor 41 for reformer thermometries.

[0046] Moreover, the oxidizer pole exhaust gas 37 containing the steam generated by the cell reaction shown in the reformer burner combustion gas 14 containing the steam generated by the combustion reaction of the unreacted hydrogen in fuel electrode exhaust gas 13 and an unreacted steam and (5) types is emitted into atmospheric air as exhaust gas 39, after being sent to a condenser 38 and removing a steam as the water of condensation 40.

[0047] the water of condensation 40 is returned to a steam separator 27 -- having -- cell cooling water 26 and reforming -- service water -- a steam 31 and exhaust heat recovery -- service water -- it is used for steamy 34 grade.

[0048] (5) Since the cell reaction shown in the formula is exothermic reaction, the temperature of the cel stack 21 rises with the generation-of-electrical-energy passage of time.

[0049] Although resistance will decrease and output characteristics will improve temporarily in order that electrolytic hydrogen ion conductivity may increase if the temperature rise of the cel stack 21 happens, degradation becomes easy to take place and a life fall arises.

[0050] Then, cell cooling water 26 is supplied to a condensator 63 from a steam separator 27, and the cel stack 21 is

cooled.

[0051] As for the operating temperature of the cel stack 21, it is common to take both a life and the engine performance into consideration, and to be set up before and after 190 degrees C.

[0052] The amount of supply of cell cooling water 26 is controlled by adjusting the opening of a flow control valve 30 so that the cell cooling water cel stack outlet temperature detected with the temperature sensor 64 serves as a predetermined temperature requirement set up beforehand.

[0053] The cell cooling water 26 which came out of the cel stack 21 is returned to a steam separator 27 in the form of the mixture of water and a steam.

[0054] When having fallen from the predetermined pressure to which the steam-separator pressure was beforehand set by the time of starting and \*\* KASENSA 49 is detected, the steam-separator heater 28 is supplied until it detects having exceeded the predetermined pressure to which the steam-separator pressure was beforehand set by \*\* KASENSA 49 in the predetermined power set up beforehand, and a steam is generated.

[0055] Moreover, when having fallen rather than the predetermined water level to which the water level of a steam separator 27 was beforehand set with the liquid level sensor 55 is detected, a distilled water pump 43 is operated and make up water 44 is supplied to a steam separator 27 until it detects that the water level of a steam separator 27 turned into predetermined water level set up beforehand with the liquid level sensor 55.

[0056] reforming among the steams generated in the steam or steam separator 27 supplied to the steam separator 27 from the cel stack 21 -- service water -- the steam except using it as a steam 31 -- exhaust heat recovery -- service water -- an evaporator 33 is supplied as a steam 34 and it is used for evaporation of the refrigerant 35 of the exhaust heat use system 35.

[0057] The water of condensation 58 of the exhaust heat time condemnation steam 34 condensed with the evaporator 33 is returned to a steam separator 27.

[0058]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Next, the trouble of the fuel cell power plant by Prior art which was mentioned above is explained.

[0059] namely, in a basing-on Prior art fuel cell power plant [ whether in order to diagnose the degradation condition of a reformer, expensive gas analysers, such as a gas chromatograph, are connected to a reformer outlet, reformed gas is sampled continuously, and gas analysis is performed, and ] Or by saying that it is the place which samples the reformed gas in a reformer outlet in a container, and has a gas analyser in it periodically, and performing gas analysis While calculating the methane invert ratio of a reformer 8 from the amount of methane in reformed gas (the amount of methane slips) and diagnosing the degradation condition of a reformer 8, the replacement stage of a reforming catalyst was judged.

[0060] Drawing 10 shows the methane invert ratio of a reformer 8 at the time of using 200kW phosphoric-acid mold fuel cell power plant, and performing the generation of electrical energy by 200kW rated output by using town gas as a fuel for reference, and the relation of the amount of degradation of the reforming catalyst of a reformer 8.

[0061] If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using a methane invert ratio or drawing 10 by detecting the amount of methane in the reformed gas in a reformer outlet, and calculating the methane invert ratio of a reformer 8 is calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming section 48 of the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst to the reformer 8 is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the acquired methane invert ratio or reforming catalyst, and the relation of generating duration. The replacement stage of a reforming catalyst can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of the cel stack 21, or the upper limit of the amount of degradation of the reforming catalyst of a reforming catalyst.

[0062] However, it is impossible for gas analysis to take time amount and to diagnose the degradation condition of a reformer on that spot by these approaches, in an instant. Moreover, a gas analyser expensive for a degradation diagnosis of a reformer is needed. Furthermore, in order to diagnose the degradation condition of a reformer continuously on that spot, the gas analyser of dedication is needed to a fuel cell power plant. Or since it had to have sampling gas till the place with a gas analyser, there were troubles, like a degradation diagnosis takes time amount.

[0063] The place which this invention was made in view of the above-mentioned situation, and is made into the purpose It is impossible for a sampling and analysis of reformed gas to take long duration, and to perform a degradation diagnosis of a reformer in an instant. Moreover, a gas analyser expensive for a degradation diagnosis of a reformer is needed.



Furthermore, when it is going to perform a degradation diagnosis of a reformer continuously on that spot, the gas analyser of dedication is needed to a fuel cell power plant. Or the trouble of a basing-on Prior art, like since it must have sampling gas till place with gas analyser, degradation diagnosis takes time amount fuel cell power plant is solved. the spot -- an instant -- and it is in offering the record medium with which the program which performs the degradation diagnostic approach of the fuel cell power plant which a degradation diagnosis of a reformer is performed continuously and can judge the replacement stage of a reforming catalyst, and its reformer, and it was recorded.

[0064]

[Means for Solving the Problem] In the fuel cell power plant by this invention, in order to solve the above-mentioned technical problem, any one of reformer catalyst packed bed temperature, reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, reformed gas temperature, and the reformed gas reformer outlet temperature or one or more are detected, and it is characterized [ main ] by judging a diagnosis of the degradation condition of a reformer, and the replacement stage of a reforming catalyst.

[0065] With and the fuel cell power plant by the Prior art, the fuel cell power plant by this invention The temperature sensor for reformer catalyst packed bed thermometries, the temperature sensor for reformer reformer tube outer wall thermometries, While installing the temperature sensor for reformer burner combustion-gas thermometries, the temperature sensor for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement, the temperature sensor for reformed gas thermometries, and one or more temperature sensors for reformed gas reformer outlet temperature measurement A degradation diagnostic means, a life diagnostic means, and a collating data selection means are installed. Change the detected temperature into a signal, transmit to a degradation diagnostic means, and the detected temperature the detection temperature (reformer catalyst packed bed temperature --) which was detected by the collating data selection means with the temperature sensor for reformer thermometries, was chosen to the reformer temperature changed and transmitted to the signal, and was transmitted to the degradation diagnostic means and which was decided beforehand Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, The amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio or methane invert ratio of a reformer by collating in any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature or one or more, the collating data of the relation of the methane invert ratio of a reformer, and a degradation diagnostic means is calculated. Without performing analysis of the reformed gas in the reformer outlet which requires long duration using expensive gas analysers, such as a gas chromatograph, from the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst While diagnosing the degradation condition of a reformer on that spot in an instant, it sets for a life diagnostic means. The temperature sensor for reformer catalyst packed bed thermometries, the temperature sensor for reformer reformer tube outer wall thermometries, The temperature sensor for reformer burner combustion-gas thermometries, the temperature sensor for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement, Any one of the temperature sensor for reformed gas thermometries, and the temperature sensor for reformed gas reformer outlet temperature measurement Or reformer catalyst packed bed temperature, reformer reformer tube outer wall temperature which were detected by one or more pieces, Reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature, or one or more the detection temperature (reformer catalyst packed bed temperature --) beforehand decided with the degradation diagnostic means Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature Or methane invert ratio \*\*\*\* for which it asked by collating with one or more and the collating data of the relation of the methane invert ratio of a reformer finds the fall rate of a methane invert ratio, or the degradation rate of a reforming catalyst from the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The points of having made it possible to judge the replacement stage of a reforming catalyst differ by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0066] According to one mode of this invention, specifically and as above-mentioned The means for solving a technical problem The reformer which has the reformer tube filled up with the reforming catalyst for making a fuel and a steam react and building hydrogen, In the fuel cell power plant which has the cel stack which carried out the laminating of the cel which consists of a fuel electrode which sandwiched the electrolyte for generating electricity by making the hydrogen

built with this reformer react with oxygen, and an oxidizer pole The temperature sensor for reformer catalyst packed bed thermometries which measures the temperature of the reforming catalyst packed bed of said reformer, The temperature detecting signal from this temperature sensor for reformer catalyst packed bed thermometries is received. A degradation diagnostic means to diagnose the degradation condition of said reformer by collating with the reformer catalyst packed bed temperature which was able to determine beforehand the reformer catalyst packed bed temperature detected by said temperature sensor for reformer catalyst packed bed thermometries, and the collating data of the relation of the methane invert ratio of said reformer, The fuel cell power plant characterized by \*\*\*\*(ing) is offered.

[0067] According to another mode of this invention, moreover, as above-mentioned The means for solving a technical problem The reformer which has the reformer tube filled up with the reforming catalyst for making a fuel and a steam react and building hydrogen, In the degradation diagnostic approach of the reformer of a fuel cell power plant which has the cel stack which carried out the laminating of the cel which consists of a fuel electrode which sandwiched the électrolyte for generating electricity by making the hydrogen built with this reformer react with oxygen, and an oxidizer pole The step which diagnoses the degradation condition of said reformer by collating with the step which detects the temperature of the catalyst packed bed of said reformer, the reformer catalyst packed bed temperature which was able to determine the detected reformer catalyst packed bed temperature beforehand, and the collating data of the relation of the methane invert ratio of said reformer, The degradation diagnostic approach of the reformer of the fuel cell power plant characterized by \*\*\*\*(ing) is offered.

[0068] According to another mode of this invention, moreover, as above-mentioned The means for solving a technical problem The reformer which has the reformer tube filled up with the reforming catalyst for making a fuel and a steam react and building hydrogen, In the degradation diagnostic approach of the reformer of a fuel cell power plant which has the cel stack which carried out the laminating of the cel which consists of a fuel electrode which sandwiched the electrolyte for generating electricity by making the hydrogen built with this reformer react with oxygen, and an oxidizer pole One or more temperature sensors for reformer catalyst packed bed thermometries formed in the reforming section of said reformer, The temperature sensor for reformer reformer tube outer wall thermometries, the temperature sensor for reformer burner combustion-gas thermometries, With the temperature sensor for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement, the temperature sensor for reformed gas thermometries, and the temperature sensor for reformed gas reformer outlet temperature measurement Reformer catalyst packed bed temperature, reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, The step which detects any one of reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, reformed gas temperature, and the reformed gas reformer outlet temperature, or one or more, In the degradation diagnostic section which received the step which transmits the temperature detecting signal from said each temperature sensor to the degradation diagnostic section, and the temperature detecting signal from said each temperature sensor As collating data of the relation between the detection temperature which was chosen and transmitted with the collating data selection means corresponding to the reformer temperature at which the reformer temperature detected with the temperature sensor for reformer thermometries was changed and transmitted to the signal and which was decided beforehand, and the methane invert ratio of said reformer The collating data of the relation between reformer catalyst packed bed temperature and the methane invert ratio of said reformer, The collating data of the relation between reformer reformer tube outer wall temperature and the methane invert ratio of said reformer, The collating data of the relation between reformer burner combustion-gas temperature and the methane invert ratio of said reformer, The collating data of the relation between reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature and the methane invert ratio of said reformer, The step collated with any one or 1 or more of the collating data of the relation between reformed gas temperature, the collating data of the relation of the methane invert ratio of said reformer and reformed gas reformer outlet temperature, and the methane invert ratio of said reformer, Based on these collating results, the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio or methane invert ratio of said reformer is calculated. The degradation diagnostic approach of the reformer of the fuel \*\*\*\* power plant characterized by having the step which diagnoses the degradation condition of the reforming section of said reformer from the increment in the decline in the methane invert ratio of said reformer or the amount of degradation of a reforming catalyst is offered.

[0069] According to another mode of this invention, moreover, as above-mentioned The means for solving a technical problem The reformer which has the reformer tube filled up with the reforming catalyst for making a fuel and a steam react and building hydrogen, It is the record medium with which the program for performing the degradation diagnostic approach of the reformer of a fuel cell power plant which has the cel stack which carried out the laminating of the cel

which consists of a fuel electrode which sandwiched the electrolyte for generating electricity by making the hydrogen built with this reformer react with oxygen, and an oxidizer pole was recorded. One or more temperature sensors for reformer catalyst packed bed thermometries formed in the reforming section of said reformer, The temperature sensor for reformer reformer tube outer wall thermometries, the temperature sensor for reformer burner combustion-gas thermometries, With the temperature sensor for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement, the temperature sensor for reformed gas thermometries, and the temperature sensor for reformed gas reformer outlet temperature measurement Reformer catalyst packed bed temperature, reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, The step which detects any one of reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, reformed gas temperature, and the reformed gas reformer outlet temperature, or one or more, In the degradation diagnostic section which received the step which transmits the temperature detecting signal from said each temperature sensor to the degradation diagnostic section, and the temperature detecting signal from said each temperature sensor As collating data of the relation between the detection temperature which was chosen and transmitted with the collating data selection means corresponding to the reformer temperature at which the reformer temperature detected with the temperature sensor for reformer thermometries was changed and transmitted to the signal and which was decided beforehand, and the methane invert ratio of said reformer The collating data of the relation between reformer catalyst packed bed temperature and the methane invert ratio of said reformer, The collating data of the relation between reformer reformer tube outer wall temperature and the methane invert ratio of said reformer, The collating data of the relation between reformer burner combustion-gas temperature and the methane invert ratio of said reformer, The collating data of the relation between reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature and the methane invert ratio of said reformer, The step collated with any one or 1 or more of the collating data of the relation between reformed gas temperature, the collating data of the relation of the methane invert ratio of said reformer and reformed gas reformer outlet temperature, and the methane invert ratio of said reformer, Based on these collating results, the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio or methane invert ratio of said reformer is calculated. The step which diagnoses the degradation condition of the reforming section of said reformer from the increment in the decline in the methane invert ratio of said reformer, or the amount of degradation of a reforming catalyst, The record medium with which the program for performing the degradation diagnostic approach of the reformer of the fuel \*\*\*\* power plant characterized by \*\*\*\*(ing) was recorded is offered.

[0070]

[Embodiment of the Invention] With reference to a drawing, the gestalt of operation of the fuel cell power plant by this invention is explained below.

[0071] Drawing 1 shows the block diagram showing the gestalt of 1 operation of the fuel cell power plant by this invention.

[0072] In drawing 1, the same thing as drawing 2 mentioned above is expressed with the same sign, and omits the explanation about these things.

[0073] Drawing 3 shows the enlarged drawing of the reformer explaining the detail of the fuel cell power plant by this invention.

[0074] The gestalt of 1 operation of the fuel cell power plant by this invention is explained using drawing 1 and drawing 3.

[0075] With the fuel cell power plant by the Prior art shown in drawing 2, the fuel cell power plant by the gestalt of this operation As shown in drawing 1 and drawing 3 To a reformer 8, the temperature sensor 6 for reformer catalyst packed bed thermometries, the temperature sensor 32 for reformer reformer tube outer wall thermometries, the temperature sensor 10 for reformer burner combustion-gas thermometries, the temperature sensor 47 for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement, The point of having newly formed the temperature sensor 66 for reformed gas thermometries, and one or more temperature sensors 51 for reformed gas reformer outlet temperature measurement, The relation between the reformer catalyst packed bed temperature which the reformer temperature detected with the temperature sensor 41 for reformer thermometries was changed and transmitted to the signal, and was beforehand decided corresponding to reformer temperature, and the methane invert ratio of a reformer 8, The relation between reformer reformer tube outer wall temperature, the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 and reformer burner combustion-gas temperature, and the methane invert ratio of a reformer 8, The relation between reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature and the methane invert ratio of a reformer 8, Any one of the relation between reformed gas temperature, the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 and reformed gas reformer outlet

temperature, and the methane invert ratio of a reformer 8 Or a collating data selection means 67 to choose one or more as collating data, reformer catalyst packed bed temperature which detected with each temperature sensors 6, 32, 10, 47, 66, and 51, Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature or one or more signals are received. With the collating data selection means 67 The collating data of the relation between reformer catalyst packed bed temperature and the methane invert ratio of a reformer 8 which were chosen and transmitted and which were decided beforehand, The collating data of the relation between reformer reformer tube outer wall temperature and the methane invert ratio of a reformer 8, The collating data of the relation between reformer burner combustion-gas temperature and the methane invert ratio of a reformer 8, The collating data of the relation between reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature and the methane invert ratio of a reformer 8, Any one of the collating data of the relation between reformed gas temperature, the collating data of the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 and reformed gas reformer outlet temperature, and the methane invert ratio of a reformer 8 Or the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio or methane invert ratio of a reformer 8 by collating or more with one is calculated. A degradation diagnostic means 5 to diagnose the degradation condition of the reforming section 48 of a reformer 8 from the increment in the decline in a methane invert ratio, or the amount of degradation of a reforming catalyst, the reformer catalyst packed bed temperature detected with each temperature sensor, Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature, or one or more the detection temperature (reformer catalyst packed bed temperature --) which was chosen and transmitted with the collating data selection means 67 in the degradation diagnostic means 5 and which was decided beforehand Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature Or methane invert ratio \*\*\*\* called for and transmitted by collating with one or more and the collating data of the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 finds the fall rate of a methane invert ratio, or the degradation rate of a reforming catalyst from the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio, and the relation of generating duration. It differs in that a life diagnostic means 68 to judge the replacement stage of a reforming catalyst was newly established by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0076] Here, based on drawing 4 thru/or drawing 9, etc. mentioned later, the collating data of the relation between detection temperature (any one of reformer catalyst packed bed temperature, reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, reformed gas temperature, and the reformed gas reformer outlet temperature or one or more) and the methane invert ratio of a reformer 8 decided beforehand shall be beforehand made by the collating data selection means 67, and shall be saved for it.

[0077] Moreover, with the life diagnostic means 68, that the replacement stage of a reforming catalyst can be judged shall plot with time the amount of degradation of the reforming catalyst searched for by drawing 10, it shall be based on the ability of the replacement stage of a reforming catalyst to be presumed from the time inclination of the degradation, and shall give the function which plots the amount of degradation of a reforming catalyst with time in this way to the life diagnostic means 68 so that it may mention later.

[0078] And specifically, the degradation diagnostic means 5, the collating data selection means 67, and the life diagnostic means 68 shall be performed with a personal computer (PC) etc. based on the degradation diagnostic program beforehand recorded on the predetermined record medium.

[0079] Next, an operation of the fuel cell power plant by the gestalt of this operation is explained with reference to the flow chart based on the above-mentioned degradation diagnostic program shown in drawing 11.

[0080] In the fuel cell power plant by the gestalt of this operation, first One or more temperature sensors 6 for reformer catalyst packed bed thermometries formed in the reforming section 48 of a reformer 8, the temperature sensor 32 for reformer reformer tube outer wall thermometries, the temperature sensor 10 for reformer burner combustion-gas thermometries, the temperature sensor 47 for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement, With the temperature sensor 66 for reformed gas thermometries, and the temperature sensor 51 for reformed gas reformer outlet temperature measurement Any one of reformer catalyst packed bed temperature, reformer reformer tube outer wall

temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, reformed gas temperature, and the reformed gas reformer outlet temperature or one or more are detected (step S1). [0081] And these temperature detecting signals are transmitted to the degradation diagnostic means 5 from each temperature sensor (step S2).

[0082] In next, the degradation diagnostic section 5 which received these temperature detecting signals the collating data of the relation between the detection temperature which was chosen and transmitted with the collating data selection means 67 corresponding to the reformer temperature at which the reformer temperature detected with the temperature sensor 41 for reformer thermometries was changed and transmitted to the signal and which was decided beforehand, and the methane invert ratio of a reformer 8 -- that is The collating data of the relation between reformer catalyst packed bed temperature and the methane invert ratio of a reformer 8, The collating data of the relation between reformer reformer tube outer wall temperature and the methane invert ratio of a reformer 8, The collating data of the relation between reformer burner combustion-gas temperature and the methane invert ratio of a reformer 8, The collating data of the relation between reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature and the methane invert ratio of a reformer 8, It collates with any one or 1 or more of the collating data of the relation between reformed gas temperature, the collating data of the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 and reformed gas reformer outlet temperature, and the methane invert ratio of a reformer 8 (step S3).

[0083] By this, the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio or methane invert ratio of a reformer 8 is calculated, and the degradation condition of the reforming section 48 of a reformer 8 is diagnosed from the increment in the decline in a methane invert ratio, or the amount of degradation of a reforming catalyst (step S4).

[0084] Namely, the reformer catalyst packed bed temperature detected with each temperature sensor with the life diagnostic means 68, Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature, or one or more the detection temperature (reformer catalyst packed bed temperature --) which was chosen and transmitted with the collating data selection means 67 in the degradation diagnostic means 5 and which was decided beforehand Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature Or methane invert ratio \*\*\*\* for which it asked by collating with one or more and the collating data of the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 finds the fall rate of a methane invert ratio, or the degradation rate of a reforming catalyst from the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio, and the relation of generating duration. A period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst is calculated (step S5).

[0085] And the replacement stage of a reforming catalyst is judged based on a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio called for by this, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst (step S6).

[0086] Thus, in the fuel cell power plant by the gestalt of this operation, judging the replacement stage of a reforming catalyst differs from the fuel cell power plant by the Prior art.

[0087] The case where drawing 4 used town gas as the fuel using 200kW phosphoric-acid mold fuel cell power plant, and the generation of electrical energy by 200kW rated output is performed, The catalyst packed bed of a reformer 8 (adoption of the two-layer structure catalyst packed bed of nickel-A1203 catalyst and RU-aluminum203 catalyst) 20% of location of the overall length of a original fuel gas inlet port [ being below the same ] and a catalyst packed bed (the conversion from a original fuel gas inlet port) The reformer catalyst packed bed temperature of six places of 40% of the same location of the overall length of a catalyst packed bed, 60% of location of the overall length of a catalyst packed bed, 80% of location of the overall length of a catalyst packed bed, and the reformed gas outlet of a catalyst packed bed and the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 are shown below.

[0088] Drawing 4 shows that reformer catalyst packed bed temperature changes with reduction of a methane invert ratio.

[0089] Therefore, the temperature sensor 6 for reformer catalyst packed bed thermometries detects reformer catalyst packed bed temperature. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 of a reformer 8 by collating the relation between the reformer catalyst packed bed temperature shown in drawing 4 and the methane invert ratio of a reformer 8 as collating data is calculated It is

possible to diagnose the degradation condition of the reforming section 48 of a reformer 8 from the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted using the relation shown in drawing 10 from the obtained methane invert ratio or the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The replacement stage of a reforming catalyst can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of a fuel cell, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0090] In addition, two or more temperature sensors 6 for reformer catalyst packed bed thermometries are installed, and it is good also considering the average of the detected temperature as reformer catalyst packed bed temperature.

[0091] moreover, when or more 2 reformer tube is installed in a reformer and there is a two or more place catalyst packed bed Reformer catalyst packed bed temperature is detected by installing the temperature sensor 6 for reformer catalyst packed bed thermometries for every catalyst packed bed. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 for every reformer tube by collating the relation between the reformer catalyst packed bed temperature shown in drawing 4 and the methane invert ratio of a reformer as collating data is calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming catalyst for every reformer tube from the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the relation shown in the obtained methane invert ratio or drawing 10, and the relation of generating duration. The replacement stage of the reforming catalyst for every reformer tube can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of a fuel cell for every reformer tube, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0092] The case where drawing 5 used town gas as the fuel similarly using 200kW phosphoric-acid mold fuel cell power plant, and the generation of electrical energy by 200kW rated output is performed, 20% of location of the overall length of the original fuel gas inlet port of the catalyst packed bed of a reformer 8, and a catalyst packed bed (the conversion from a original fuel gas inlet port) The reformer reformer tube outer wall temperature of six places of 40% of the same location of the overall length of a catalyst packed bed, 60% of location of the overall length of a catalyst packed bed, 80% of location of the overall length of a catalyst packed bed, and the reformed gas outlet of a catalyst packed bed and the relation of the amount of degradation of the reforming catalyst of a reformer are shown below.

[0093] Drawing 5 shows that reformer reformer tube outer wall temperature changes with decline in a methane invert ratio.

[0094] Therefore, the temperature sensor 32 for reformer reformer tube outer wall thermometries detects reformer reformer tube outer wall temperature. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 of a reformer 8 by collating the relation between the reformer reformer tube outer wall temperature shown in drawing 5 and the methane invert ratio of a reformer 8 as collating data is calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming section 48 of the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst to the reformer 8 is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted using the relation shown in drawing 10 from the obtained methane invert ratio or the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The replacement stage of a reforming catalyst can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of a fuel cell, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0095] In addition, two or more temperature sensors 32 for reformer reformer tube outer wall thermometries are installed, and it is good also considering the average of the detected temperature as reformer reformer tube outer wall temperature.

[0096] moreover, when or more 2 reformer tube is installed in the reformer Reformer reformer tube outer wall temperature is detected by installing the temperature sensor 32 for reformer reformer tube outer wall thermometries for every catalyst packed bed. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 for every reformer tube by collating the relation between the reformer reformer tube outer wall temperature shown in drawing 5 and the methane invert ratio of a reformer 8 as collating data is



calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming catalyst for every reformer tube from the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted using the relation shown in drawing 10 from the obtained methane invert ratio or the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The replacement stage of the reforming catalyst for every reformer tube can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of a fuel cell for every reformer tube, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0097] Drawing 6 Moreover, the case where the generation of electrical energy by 200kW rated output is performed by using town gas as a fuel using 200kW phosphoric-acid mold fuel cell power plant, 20% of location of the overall length of the original fuel gas inlet port of the catalyst packed bed of a reformer 8, and a catalyst packed bed (the conversion from a original fuel gas inlet port) The reformer burner combustion-gas temperature of six places of 40% of the same location of the overall length of a catalyst packed bed, 60% of location of the overall length of a catalyst packed bed, 80% of location of the overall length of a catalyst packed bed, and the reformed gas outlet of a \*\*\*\* catalyst packed bed and the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 are shown below.

[0098] Drawing 6 shows that reformer burner combustion-gas temperature changes with decline in a methane invert ratio.

[0099] Therefore, the temperature sensor 10 for reformer burner combustion-gas thermometries detects reformer burner combustion-gas temperature. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 of a reformer 8 by collating the relation between the reformer burner combustion-gas temperature shown in drawing 6 and the methane invert ratio of a reformer 8 as collating data is calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming section 48 of the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst to the reformer 8 is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted using the relation shown in drawing 10 from the obtained methane invert ratio or the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The replacement stage of a reforming catalyst can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of a fuel cell, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0100] In addition, two or more temperature sensors 10 for reformer burner combustion-gas thermometries are installed, and it is good also considering the average value of the detected temperature as reformer burner combustion-gas temperature.

[0101] Drawing 7 shows the relation of the methane invert ratio of the reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature and the reformer 8 at the time of performing the generation of electrical energy by 200kW rated output by using town gas as a fuel further using 200kW phosphoric-acid mold fuel cell power plant.

[0102] Drawing 7 shows that reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature rises with decline in a methane invert ratio.

[0103] Therefore, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature is detected by installing the temperature sensor 47 for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 of a reformer 8 by collating the relation between the reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature shown in drawing 7 and the methane invert ratio of a reformer 8 as collating data is calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming section 48 of the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst to the reformer 8 is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted using the relation shown in drawing 10 from the obtained methane invert ratio or the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The replacement stage of a reforming catalyst can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of a fuel cell, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0104] In addition, two or more temperature sensors 47 for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement are installed, and it is good also considering the average value of the detected temperature as reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature.

[0105] The case where drawing 8 used town gas as the fuel using 200kW phosphoric-acid mold fuel cell power plant, and the generation of electrical energy by 200kW rated output is performed, 20% of location of the overall length of the original fuel gas inlet port of the catalyst packed bed of a reformer 8, and a catalyst packed bed (the conversion from a original fuel gas inlet port) The reformed gas temperature of six places of 40% of the same location of the overall length of a catalyst packed bed, 60% of location of the overall length of a catalyst packed bed, 80% of location of the overall length of a catalyst packed bed, and the reformed gas outlet of a \*\*\*\* catalyst packed bed and the relation of the methane invert ratio of a reformer 8 are shown below.

[0106] Drawing 8 shows that reformed gas temperature changes with decline in a methane invert ratio.

[0107] Therefore, the temperature sensor 66 for reformed gas thermometries detects reformed gas temperature. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 of a reformer 8 by collating the relation between the reformed gas temperature shown in drawing 8 and the methane invert ratio of a reformer 8 as collating data is calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming section 48 of the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst to the reformer 8 is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted using the relation shown in drawing 10 from the obtained methane invert ratio or the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The replacement stage of a reforming catalyst can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which is not in a generation of electrical energy of a fuel cell \*\*\*\*\* about a bad influence, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0108] In addition, two or more temperature sensors 66 for reformed gas thermometries are installed, and it is good also considering the average of the detected temperature as reformed gas temperature.

[0109] moreover, when or more 2 reformer tube is installed in a reformer and there is a two or more place catalyst packed bed Reformed gas temperature is detected by installing the temperature sensor 66 for reformed gas thermometries for every catalyst packed bed. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 for every reformer tube by collating the relation between the reformed gas temperature shown in Fig. 8 and the methane invert ratio of a reformer 8 as collating data is calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming catalyst for every reformer tube from the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted using the relation shown in drawing 10 from the obtained methane invert ratio or the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The replacement stage of the reforming catalyst for every reformer tube can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of a fuel cell for every reformer tube, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0110] The relation of the methane invert ratio of the reformed gas reformer outlet temperature and the reformer 8 at the time of 200kW phosphoric-acid mold fuel cell power plant being used for drawing 9 , it using town gas as a fuel finally, and performing the generation of electrical energy by 200kW rated output is shown.

[0111] Drawing 9 shows that reformed gas reformer outlet temperature rises with decline in a methane invert ratio.

[0112] Therefore, the temperature sensor 51 for reformed gas reformer outlet temperature measurement detects reformed gas reformer outlet temperature. If the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio using the methane invert ratio or drawing 10 of a reformer 8 by collating the relation between the reformed gas reformer outlet temperature shown in drawing 9 and the methane invert ratio of a reformer 8 as collating data is calculated A diagnosis of the degradation condition of the reforming section 48 of the increment in the decline in a methane invert ratio or the amount of degradation of a reforming catalyst to the reformer 8 is possible. The fall rate of a methane invert ratio or the degradation rate of a reforming catalyst is found from the amount of degradation of the reforming catalyst converted using the relation shown in drawing 10 from the obtained methane invert ratio or the methane invert ratio, and the relation of generating duration. The replacement stage of a reforming catalyst can be judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy of a fuel cell, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst.

[0113] In addition, two or more temperature sensors 51 for reformed gas reformer outlet temperature measurement are



installed, and it is good also considering the average of the detected temperature as reformed gas reformer outlet temperature.

[0114] As explained above, according to the fuel cell power plant of this invention, the temperature sensor for reformer catalyst packed bed thermometries, The temperature sensor for reformer reformer tube outer wall thermometries, the temperature sensor for reformer burner combustion-gas thermometries, While installing the temperature sensor for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement, the temperature sensor for reformed gas thermometries, and one or more temperature sensors for reformed gas reformer outlet temperature measurement The reformer catalyst packed bed temperature which installed and detected the degradation diagnostic means, the life diagnostic means, and the \*\*\*\* collating data selection means, Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Change any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature, or one or more into a signal, and it transmits to a degradation diagnostic means. The reformer catalyst packed bed temperature which was chosen to the reformer temperature which was detected by the collating data selection means with the temperature sensor for reformer thermometries, changed the detected temperature into the signal, and was transmitted, and was transmitted to the degradation diagnostic means and which was decided beforehand, Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, The amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio or methane invert ratio of a reformer by collating in any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature or one or more, the collating data of the relation of the methane invert ratio of a reformer, and a degradation diagnostic means is calculated. While diagnosing the degradation condition of a reformer from the increment in the decline in a methane invert ratio, or the amount of degradation of a reforming catalyst In a life diagnostic means The temperature sensor for reformer catalyst packed bed thermometries, The temperature sensor for reformer reformer tube outer wall thermometries, the temperature sensor for reformer burner combustion-gas thermometries, The temperature sensor for reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature measurement, the temperature sensor for reformed gas thermometries, The reformer catalyst packed bed temperature detected by any 1 of the temperature sensor for reformed gas reformer outlet temperature measurement, or one or more pieces, Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature, or one or more the detection temperature (reformer catalyst packed bed temperature --) beforehand decided with the degradation diagnostic means Reformer reformer tube outer wall temperature, reformer burner combustion-gas temperature, reformer burner combustion-gas reformer outlet temperature, Any one of reformed gas temperature and the reformed gas reformer outlet temperature Or methane invert ratio \*\*\*\* asked for and transmitted by collating with one or more and the relation of the methane invert ratio of a reformer finds the fall rate of a methane invert ratio, or the degradation rate of a reforming catalyst from the amount of degradation of the reforming catalyst converted from the methane invert ratio, and the relation of generating duration. Since the replacement stage of (1) reforming catalyst is judged by calculating a period until it results in the lower limit of the methane invert ratio which does not have a bad influence on a generation of electrical energy, or a period until it results in the upper limit of the amount of degradation of a reforming catalyst Analysis of the reformed gas which requires the long duration using expensive gas analysers, such as a gas chromatograph for a diagnosis of the degradation condition of a reformer, becomes unnecessary. (2) -- the spot -- an instant -- and a diagnosis of the degradation condition of a reformer is attained continuously, and since the degradation condition of (3) reforming catalysts can always be grasped and the replacement stage of a reforming catalyst can be known beforehand, before reformer performance degradation happens, it is effective in exchange of a reforming catalyst being possible.

[0115]

[Effect of the Invention] Therefore, it is impossible according to this invention, for a sampling and analysis of reformed gas to take long duration, and to perform a degradation diagnosis of a reformer in an instant, as explained above. Moreover, a gas analyser expensive for a degradation diagnosis of a reformer is needed. When it is furthermore going to perform a degradation diagnosis of a reformer continuously on that spot, the gas analyser of dedication is needed to a fuel cell power plant. Or the trouble of a basing-on Prior art, like since it must have sampling gas till place with gas analyser, degradation diagnosis takes time amount fuel cell power plant is solved. the spot -- an instant -- and the record medium with which the program for performing the degradation diagnostic approach of the fuel cell power plant which a degradation diagnosis of a reformer is performed continuously and can judge the replacement stage of a reforming

catalyst, and its reformer, and it was recorded can be offered.

---

[Translation done.]